

° EPODOC / EPO

PN - JP10031075 A 19980203
 TI - RADIO **TELETYPE** TYPE SEISMIC PROSPECTING SYSTEM
 FI - G01V1/00&C ; G01V1/20 ; G01V1/22
 PA - SEKYU KODAN
 IN - NAKAI KAZUO; KIMURA TAKASHI; SOUSUMI TAKEHIKO
 AP - JP19960184931 19960715
 PR - JP19960184931 19960715
 DT - I

° WPI / DERWENT

AN - 1998-164618 [15]
 TI - Radio **TELETYPE** type seismic analysis system for underground structure - has central control apparatus, which controls each of several observation apparatuses via each relay apparatus, and receives and **transmits** observation **data** from or to relay apparatus
 AB - J10031075 The system includes two rows of observation apparatuses (1A-1G,2A-2G) which individually produce the observation **data** based on the detected seismic waves. Radio communication is facilitated between adjoining observation apparatuses in each row. A relay apparatus (21,22) is provided for every observation apparatus row.
 - Each relay apparatus can communicate with the observation apparatus by radio. Each observation apparatus is controlled through each relay by central control apparatus (32). The central control apparatus receives the observation **data** from the observation apparatus via each relay apparatus and **transmits** observation **data** to the other relay apparatus.
 - ADVANTAGE - Reduces transmission output by making it proportional to transmission distance; increases longevity or usage of battery for electric power supply. Increases transmission capacity. Can be used with cables.

- (Dwg.3/9)

IW - RADIO **TELETYPE** TYPE SEISMIC ANALYSE SYSTEM UNDERGROUND STRUCTURE
 CENTRAL CONTROL APPARATUS CONTROL OBSERVE RELAY APPARATUS RECEIVE
DERWENT OBSERVE **DATA** RELAY APPARATUS

PN - JP10031075 A 19980203 DW199815 G01V1/22 010pp
 IC - G01V1/00 ;G01V1/20 ;G01V1/22
 MC - S03-C01 S03-C01B X25-U
 DC - S03 X25
 PA - (SEKI-N) SEKIYU KODAN
 AP - JP19960184931 19960715
 PR - JP19960184931 19960715

° PAJ / JPO

PN - JP10031075 A 19980203
 TI - RADIO **TELETYPE** TYPE SEISMIC PROSPECTING SYSTEM
 AB - PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the **transmission** power by providing a relay device in each line of a plurality of lines of geophones capable of radio communication between adjacent geophones, and successively receiving the observed value from each geophone to a central recording device through the adjacent device and the relay device.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-31075

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月3日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 V	1/22		G 0 1 V	1/22
	1/00			1/00
	1/20			1/20
				C

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平8-184931

(22) 出願日 平成8年(1996) 7月15日

(71) 出願人 591062685

石油公団

東京都千代田区内幸町2丁目2番2号

(72) 発明者 中井 和夫

埼玉県比企郡嵐山町花見台7番5号 株式会社地球科学総合研究所内

(72) 発明者 惣角 武彦

埼玉県比企郡嵐山町花見台7番5号 株式会社地球科学総合研究所内

(72) 発明者 木村 隆

東京都武蔵野市吉祥寺本町1-14-5 N T Tエレクトロニクス・テクノロジー株式会社内

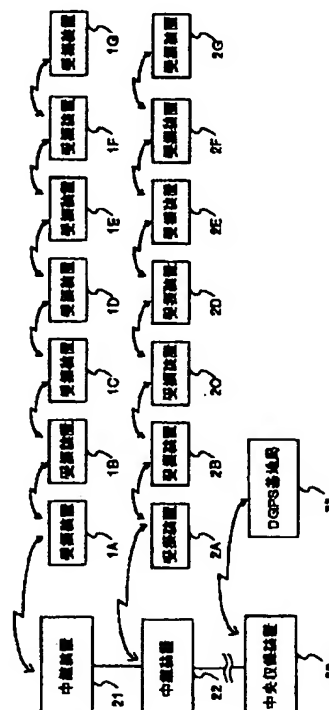
(74) 代理人 弁理士 浅村 皓 (外3名)

(54) 【発明の名称】 無線テレメトリー式地震探鉱システム

(57) 【要約】

【課題】 マトリクス状に配置された複数の受振装置の送信電力を低減し、遠近問題を解決し、大きなデータ伝送容量を可能にした無線テレメトリー式地震探鉱システムを提供すること。

【解決手段】 複数の列に配置され人工震源によって起震された地震波を検出して検出された地震波に基づいて観測データを作成する受振装置であって各列の受振装置はほぼ等間隔に配置され隣接する2つの受振装置の間で無線通信が可能である前記受振装置と、前記受振装置の複数の列に対応して配置される複数の中継装置であって各々の中継装置は対応する列の受振装置の内の少なくとも1つと無線通信が可能である前記中継装置と、各列の受振装置の各々から隣接する受振装置を順次介して対応する中継装置に観測データを送信するように前記中継装置を介して前記受振装置を制御し前記中継装置から観測データを受信する中央収録装置とを含むことにより、隣接する受振装置間のみで通信を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 無線テレメトリー式地震探鉱システムであって、

複数の列に配置され人工震源によって起震された地震波を検出して検出された地震波に基づいて観測データを作成する受振装置であって、各列の受振装置はほぼ等間隔に配置され隣接する2つの受振装置の間で無線通信が可能である、前記受振装置と、

前記受振装置の複数の列に対応して配置される複数の中継装置であって、各々の中継装置は対応する列の受振装置の内の少なくとも1つと無線通信が可能である、前記中継装置と、

各列の受振装置の各々から隣接する受振装置を順次介して対応する中継装置に観測データを送信するように前記中継装置を介して前記受振装置を制御し、前記中継装置から観測データを受信する中央収録装置と、を含む前記システム。

【請求項2】 請求項1に記載のシステムであって、前記受振装置の各々が、

人工震源によって起震された地震波を検出して電気信号に変換する手段と、

前記電気信号をデジタル信号の観測データに変換する手段と、

前記観測データを送受信する手段と、を含む、前記システム。

【請求項3】 請求項1又は2に記載のシステムであって、

前記複数の列の受振装置の内の1つおきの列の受振装置が右旋円偏波を用いて無線通信を行い、

前記複数の列の受振装置の内の他の列の受振装置が左旋円偏波を用いて無線通信を行う、前記システム。

【請求項4】 請求項1～3のいずれかに記載のシステムであって、前記中央収録装置は、

第1の期間において、各列の受振装置の内に対応する中継装置に最も近い第1の受振装置が前記対応する中継装置に観測データを送信し、

第2の期間において、各列の受振装置の内に対応する中継装置に2番目に近い第2の受振装置が前記第1の受振装置に観測データを送信し、

第3の期間において、各列の受振装置の内に対応する中継装置に3番目に近い第3の受振装置が前記第2の受振装置に観測データを送信するとともに、前記第1の受振装置が前記第2の受振装置から受信した観測データを前記対応する中継装置に送信し、

以下同様にして、各列の全ての受振装置が作成したデータを前記対応する中継装置に送信するように前記中継装置を介して前記受振装置を制御する、前記システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、地下構造調査を目

的とし、人工地震を利用する地震探鉱において使用される無線テレメトリー式地震探鉱システムに関する。

【0002】

【従来の技術】従来の無線テレメトリー式地震探鉱システムの一例を、図9を参照しながら説明する。陸上に設置された人工震源装置（図示せず）によって起震された地震波は、地中で反射、屈折した後に、陸上あるいは水上に配置された多数の受振器によって検出されて電気信号に変換され、さらに、受振器の近傍に設置された計測装置によってAD変換され、得られた観測データは有線または無線通信手段によって中継装置121～122、あるいは直接、中央収録装置132に伝送される。ここで、受振器と計測装置と通信手段の組（以下、受振装置という）を、参照番号101A～102Gで表している。地表面上に1列に並んだ受振装置101A～101Gのみを用いる場合には、深さ方向及び列の方向の2次元の情報が得られるので2次元調査といい、地表面上に縦横に並んだ複数の列の受振装置101A～101G及び102A～102G等を用いる場合には、3次元の情報が得られるので3次元調査という。

【0003】このような地下構造調査は、天候に左右されやすく、特に海上における作業には船舶を使用するので、データの品質や作業の安全のためには短時間に集中して作業を完了させる必要がある。また、近年の傾向として、地下構造を3次元的に把握する3次元調査における受信装置の数の増大や、AD変換器のダイナミックレンジの拡大に伴う観測データの増大がもたらされており、このために、より高速度かつ高品質なデータ伝送方式が求められている。

【0004】ところで、観測データを伝送する方式としては有線と無線の両方が考えられるが、有線でデータを伝送する場合には、道路や線路等の障害物を避けてケーブルを設置しなければならず、また、海上においてはさらに設置が困難となるので、通常は無線通信手段が用いられる。

【0005】一方、無線でデータを伝送する場合には、伝送速度、周波数帯域、他の無線設備との間の干渉、雑音、フェージング等の問題が発生する。地下構造調査における無線データ伝送方式においては、デジタル変調方式として一般にFSKまたはMSK方式が用いられているが、伝送速度を高めるためには多くの送信周波数と広い周波数帯域とを必要とする。さらに、送信電力が1W～20Wであることから他の無線設備への干渉も大きくなり、使用の認可を受けるのも困難になりつつある。

【0006】無線データ伝送方式におけるこのような問題を解決する1つの方法として、日本国特許出願公告公報（平4-61314）に掲載されている「無線テレメトリー式地震探査データ伝送方法」は、スペクトル拡散通信方式を用いることにより占有帯域当たりの伝送ビットレートを拡大している。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、各受振装置と中央収録装置との間で直接データ伝送を行うために送信電力をある程度大きくしなければならず、また、各受振装置と中央収録装置との間の距離によって中央収録装置が受信する電波の強度が異なるため、各受振装置において送信電力を調節するために複雑な電力制御を必要とする。これは、遠近問題と呼ばれている。たとえ電力制御を行ったとしても、他局間干渉により、自ずと並列にデータ伝送可能な受振装置の数が決まってしまうので、近年の受振装置数の増大に対応できない。一方、他の無線設備への妨害を低減するために送信電力を低減して、認可を容易にしたいという要求も高まっている。

【0008】そこで、本発明の目的は、上記の点に鑑み、複数の機器の間でデータを伝送するに際し、送信電力を低減するとともに、遠近問題を解決した無線テレメトリ式地震探鉱システムを提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】以上の課題を解決するため、本発明による無線テレメトリ式地震探鉱システムは、複数の列に配置され人工震源によって起震された地震波を検出して検出された地震波に基づいて観測データを作成する受振装置であって各列の受振装置はほぼ等間隔に配置され隣接する2つの受振装置の間で無線通信が可能である前記受振装置と、前記受振装置の複数の列に対応して配置される複数の中継装置であって各々の中継装置は対応する列の受振装置の内の少なくとも1つと無線通信が可能である前記中継装置と、各列の受振装置の各々から隣接する受振装置を順次介して対応する中継装置に観測データを送信するように前記中継装置を介して前記受振装置を制御し前記中継装置から観測データを受信する中央収録装置とを含んでいる。

【0010】上記構成によれば、各受振装置は、中継装置と通信を行う特定の受振装置を除き、隣接する受振装置とのみ通信を行えばよいので、送信出力を非常に低く抑えることができる。従って、電源としてバッテリーを用いる場合にはバッテリーの交換頻度の低減化を実現できる。また、他のデータ送受信手段や無線設備への妨害もほとんど無くなり、遠近問題を解決するために送信電力を制御することも不要となる。

【0011】

【実施例】以下、図面に基いて本発明の実施例について説明する。

【0012】図1は、本発明に係る無線テレメトリ式地震探鉱システムの一実施例を示す概念図である。図1において、人工震源装置31は、ダイナマイト、エアガン、パイブレータ等を用いて、人工的に地震を発生させる。図1において2列に並んだ複数の受振装置1A～2Gの各々は、図2に示すように、受振器11、計測装置12、通信手段13を含んでいる。受振器11は、人工

震源装置31によって起震された地震波が地中で反射、屈折して返ってくる波を検出して電気信号に変換し、計測装置12に入力する。計測装置12は、この電気信号をAD変換してデジタル信号の観測データに変換した後、データ伝送のための変調を行い、アンテナから無線送信する。複数の受振装置1A～2Gは陸上あるいは水上にマトリクス状に配置されているが、後述するように、通常は同じ列の隣接する受振装置（例えば受振装置1Aと1B）の間でのみ通信を行い、各列の受振装置の内の特定のもの（例えば受振装置1Gと2G）のみが中継装置21と22との間でそれぞれ通信を行う。原則として、受振装置の1つの列に対して1つの中継装置が配置され、上記特定の受振装置から送信された観測データは、対応する中継装置において、受信、復調、複号される。各列の受振装置は、一般的に25m又は50m間隔で配置されており、列と列との間隔はこれより広い。また、上記特定の受振装置と対応する中継装置との間隔は、受振装置どうしの間隔と同じでも良いが、これより広く数kmとしても良い。以上の通信には、一般的に無線通信が用いられるが、一部において有線通信を用いてもよい。

【0013】通常の3次元調査においては、さらに多くの列の受振装置が用いられ、受振装置の設置箇所は数百以上となることが多い。ここで、例えばパッチアンテナを用いることにより、複数の列の受振装置の内の1つおきの列の受振装置及び対応する中継装置が右旋円偏波を用いて無線通信を行い、他の列の受振装置及び対応する中継装置が左旋円偏波を用いて無線通信を行うようにすれば、列と列との間の干渉をさらに低減することができる。

【0014】一方、受振装置の複数の列に対応する複数の中継装置の間は、より高速の伝送路で結ばれて、観測データは中央収録装置32に集められる。中央収録装置32においては、観測データに適当な処理を施した後、これを磁気記録媒体等に記録するとともに、CRT等の表示装置に表示することにより、観測データの品質管理を行う。また、中央収録装置32から、受振装置1A～2Gや中継装置21～22の制御を行う。

【0015】さらに、本実施例においては、受振装置の正確な位置を測定するために、DGPS（ディファレンシャル・グローバル・ポジショニング・システム）を用いている。即ち、各計測装置にGPS受信機を組み込み、各計測装置の位置情報が観測データとともに中央収録装置に集められる。その際、基準となるDGPS基地局33を予め位置が求められている地点に配置し、そこから中央収録装置32に各衛星の補正データを送信し、中央収録装置32においてこの補正データを用いて各計測装置の位置情報の補正演算を行っている。これにより、地下構造調査の高精度化が実現できる。

【0016】図3は、本実施例に係る無線テレメトリ

式地震探鉱システムの構成図である。受振装置1A～2G等において1回の観測が終了すると、観測データは各受振装置に蓄えられ、予め設定されたタイムスケジュールに基づいて送受信が行われる。これらの受振装置の各列における動作は基本的に同じなので、図4～図7及び以下の説明では受振装置1A～1G、受振装置2A～2G等をまとめて受振装置A～Gと表す。

【0017】図4は、このデータ伝送装置におけるデータ伝送のタイミングの1例を示す図である。期間T1において、受振装置Aが自らの観測データに対応する中継装置に送信する。次の期間T2において、受振装置Bが自らの観測データを隣接する受振装置Aに送信する。次の期間T3において、受振装置Cが自らの観測データを隣接する受振装置Bに送信するとともに、受振装置Aが受振装置Bから受信した観測データを中継装置に送信する。同様に、期間T7において、受振装置Gが自らの観測データを隣接する受振装置Fに送信し、この観測データは受振装置E～Aを経由して期間T13の経過後に対応する中継装置に到着する。尚、各受振装置に対するコマンドは、上記と逆の方向で、中央収録装置32から中継装置を介して各受振装置に順次伝送される。図4に示す伝送タイミングによれば、データ伝送回数が比較的少なく、各受振装置において記憶すべきデータ量も1回分の観測データで十分である。

【0018】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、 n 個の受振装置から観測データに対応する中継装置に送信するために、最小で $(2n-1)$ 回分の送信期間を必要とする。以上の動作は受振装置の各列で独立して同時に行われ、受振装置の列の数が増えても中継装置までの伝送時間が増えることはない。また、中継装置と通信を行う特定の受振装置Aを除き、受振装置は隣接する受振装置にデータを送信するだけでよいので、送信電力を削減できる。

【0019】図5は、図3に示す無線テレメトリー式地震探鉱システムにおけるデータ伝送のタイミングの他の例を示す図である。期間T1において、1つおきの受振装置A、C、E、Gが自らの観測データに対応する中継装置及び隣接する受振装置B、D、Fにそれぞれ送信する。次の期間T2において、残りの受振装置B、D、Fが自らの観測データを隣接する受振装置A、C、Eにそれぞれ送信する。次の期間T3において、受振装置A、C、Eは、受振装置B、D、Fから受信した観測データに対応する中継装置及び隣接する受振装置B、Dにそれぞれ送信する。これを繰り返すことにより、全ての観測データは期間T13の経過後に中継装置に到着する。

【0020】図6は、図3に示す無線テレメトリー式地震探鉱システムにおけるデータ伝送のタイミングのもう1つの例を示す図である。期間T1において、1つおきの受振装置A、C、E、Gが自らの観測データに対応する中継装置及び隣接する受振装置B、D、Fにそれぞれ

送信する。次の期間T2において、残りの受振装置B、D、Fは、受振装置C、E、Gの観測データを隣接する受振装置A、C、Eにそれぞれ送信する。次の期間T3において、受振装置A、C、Eは、受振装置C、E、Gの観測データに対応する中継装置及び隣接する受振装置B、Dにそれぞれ送信する。次の期間T4において、受振装置B、Dは、受振装置E、Gの観測データを隣接する受振装置A、Cにそれぞれ送信するとともに、受振装置Fは、自らの観測データを隣接する受振装置Eに送信する。これを繰り返すことにより、全ての観測データは期間T13の経過後に対応する中継装置に到着する。

【0021】図7は、図3に示す無線テレメトリー式地震探鉱システムにおけるデータ伝送のタイミングのさらに別の例を示す図である。期間T1において、受振装置Gが自らの観測データを隣接する受振装置Fに送信する。次の期間T2において、受振装置Fは、受振装置Gの観測データを隣接する受振装置Eに送信する。次の期間T3において、受振装置Eは、受振装置Gの観測データを隣接する受振装置Dに送信する。次の期間T4において、受振装置Dは、受振装置Gの観測データを隣接する受振装置Cに送信するとともに、受振装置Fは、自らの観測データを隣接する受振装置Eに送信する。これを繰り返すことにより、全ての観測データを中継装置に伝送することができるが、データ伝送に要する時間は他の例よりも増加する。

【0022】この無線テレメトリー式地震探鉱システムにおけるデータ伝送のタイミングは、上記の他にも何種類か考えられるが、本発明は上記の例に限定されるものではない。

【0023】図8は、本実施例に係る無線テレメトリー式地震探鉱システムにおける受振装置や中継装置において使用される無線装置のブロック図である。

【0024】送信側において、送信情報は、位相変調回路81によって位相変調され、拡散符号発生回路82によって発生された疑似ランダム符号を用いて拡散回路83において拡散される。ここでは、受振装置ごとに特有の疑似ランダム符号を用いている（スペクトル拡散方式）。次に、周波数変換・電力増幅回路84において送信周波数に変換されるとともに電力増幅され、アンテナ切換回路85を介して送受信アンテナ86から送信される。ここで、送受信アンテナ86は、妨害波の除去や受信感度の向上等から、ある程度狭い指向性を有することが望ましく、アンテナ切換回路85により自動的に制御されて、その指向性が変化する。

【0025】受信側において、送受信アンテナ86から受信された信号は、増幅・周波数変換回路87においてIF帯域に周波数変換される。次に、逆拡散回路89において、拡散符号発生回路88によって発生された疑似ランダム符号と掛け合わされて逆拡散される。さらに、復調回路90において再生された搬送波と掛け合わされ

て復調された後、復号回路91において復号されて受信情報が得られる。

【0026】本発明は、スペクトル拡散方式における遠近問題を解決するのに非常に有効であり、地震探鉱システム以外であっても、送受信機が点在し、その間隔がある程度一定の場合には適用できる。例えば、無線LANにおいては、コンピュータ、プリンタ等の各装置が建物内に点在することが多い。ある装置からある装置へデータを伝送したい場合に、その距離が離れていたり、間に障害物があっても、その間に配置された他の装置を順次リレーしながらデータを伝送することができる。また、フロアをまたがるように装置を設置すれば、異なるフロア間での伝送も可能となる。

【0027】

【発明の効果】以上述べた様に、本発明によれば、各受振装置は、中継装置と通信を行う特定の受振装置を除き、隣接する受振装置とのみ通信を行えばよいので、送信出力を非常に低く抑えることができる。送信出力は送信距離の自乗に比例するので、例えば送信距離を100分の1とすることにより、送信出力を1万分の1とすることができる。従って、電源としてバッテリーを用いる場合には、バッテリーの持続時間が長くなり、バッテリー交換の労力を低減することができる。併せて、スペクトル拡散通信方式を用いていることで、3次元調査用に多くの受振装置が一定の距離間隔を置いて配置された列がいく列もあるような場合でも、全ての列で同時刻に並行して、かつ、1つの周波数で、データ伝送を行うことを可能にするものである。また、他の受振装置や無線設備への妨害もほとんど無くなり、遠近問題を解決するために送信電力を制御することも不要となる。これにより、従来よりも受振装置を広範囲に展開したり、伝送容量を増大することも可能となる。さらに、本発明によれば、受振装置間あるいは受振装置と中継装置間のデータ伝送手段として、無線と有線の混在を容易に可能にせしめるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る無線テレメトリー式地震探鉱システムの一実施例を示す概念図である。

【図2】図1の無線テレメトリー式地震探鉱システムにおける受振装置のブロック図である。

【図3】図1の無線テレメトリー式地震探鉱システムの構成図である。

【図4】図1の無線テレメトリー式地震探鉱システムにおけるデータ伝送のタイミングの1例を示す図である。

【図5】図1の無線テレメトリー式地震探鉱システムにおけるデータ伝送のタイミングの1例を示す図である。

【図6】図1の無線テレメトリー式地震探鉱システムにおけるデータ伝送のタイミングの1例を示す図である。

【図7】図1の無線テレメトリー式地震探鉱システムにおけるデータ伝送のタイミングの1例を示す図である。

【図8】図1の無線テレメトリー式地震探鉱システムにおいて使用される無線装置のブロック図である。

【図9】従来の無線テレメトリー式地震探鉱システムの構成図である。

【符号の説明】

1A～2G 受振装置

101A～102G 受振装置

11 受振器

12 計測装置

13 通信手段

21 中継装置

22 中継装置

121 中継装置

122 中継装置

31 人工震源装置

32 中央収録装置

132 中央収録装置

33 DGPS基地局

81 位相変調回路

82 拡散符号発生回路

88 拡散符号発生回路

83 拡散回路

84 周波数変換・電力増幅回路

85 アンテナ切換回路

86 送受信アンテナ

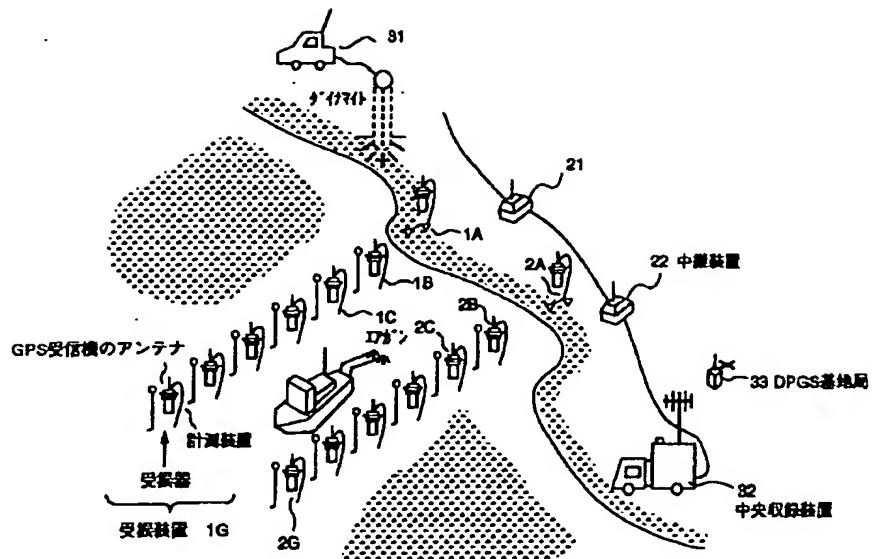
87 増幅・周波数変換回路

89 逆拡散回路

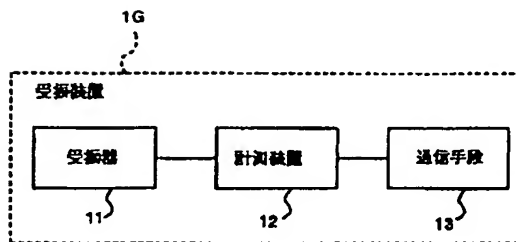
90 復調回路

91 復号回路

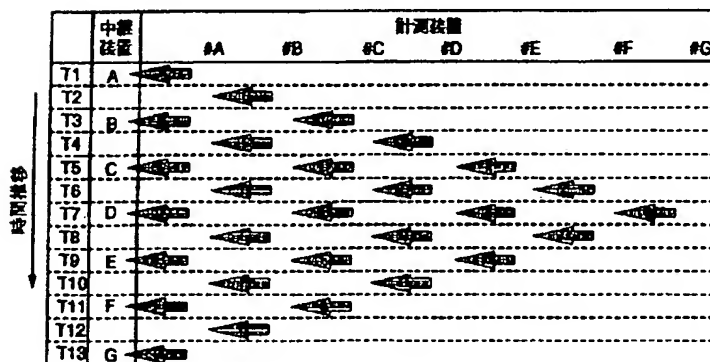
【図1】



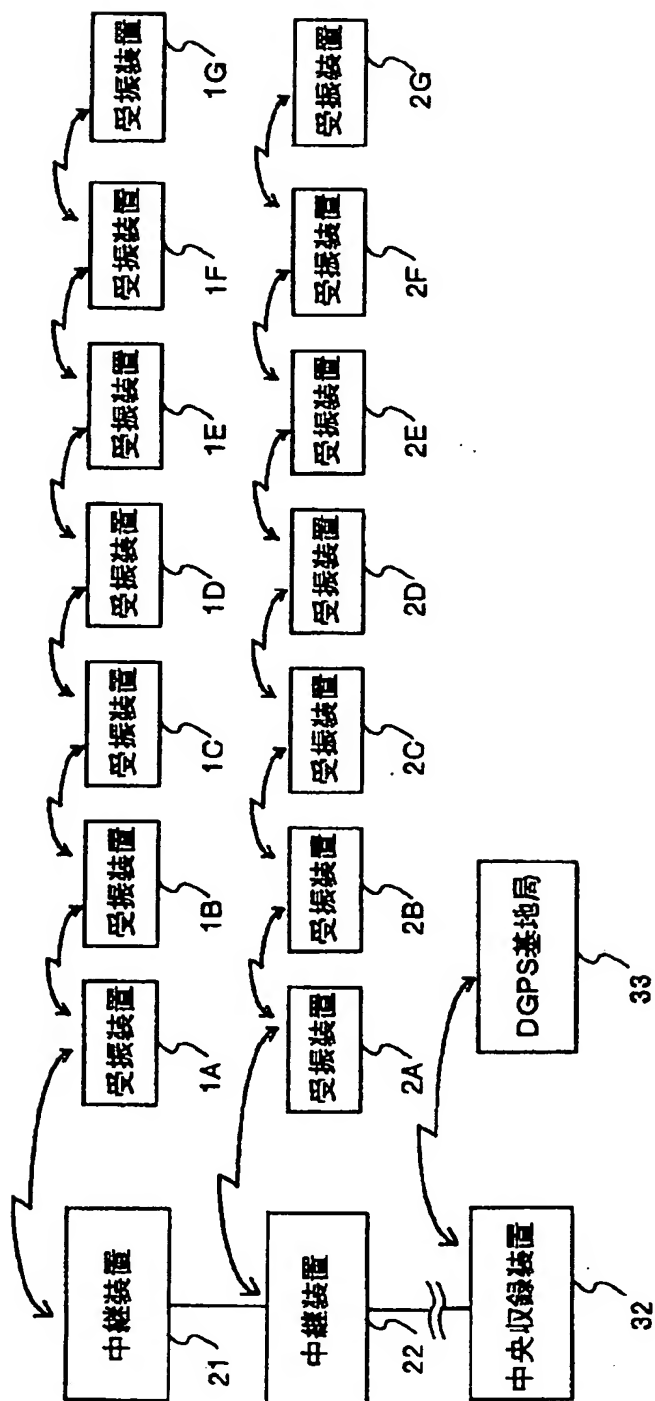
【図2】



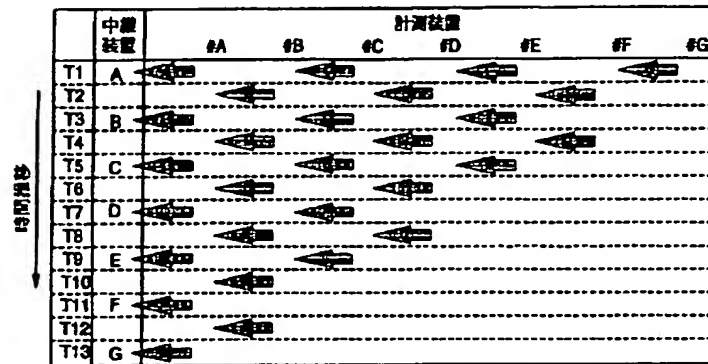
【図4】



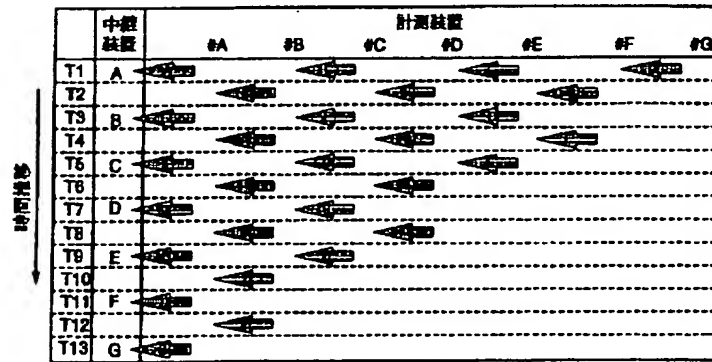
【図3】



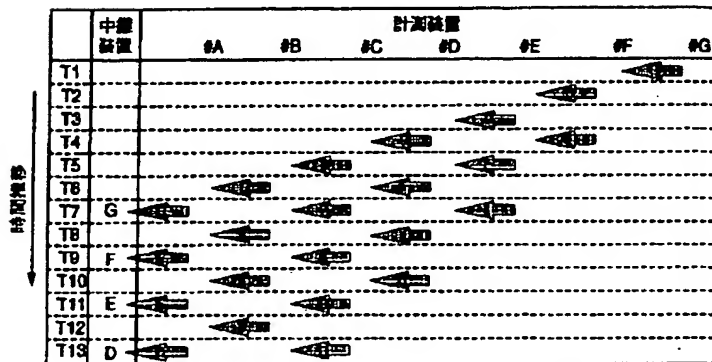
【図5】



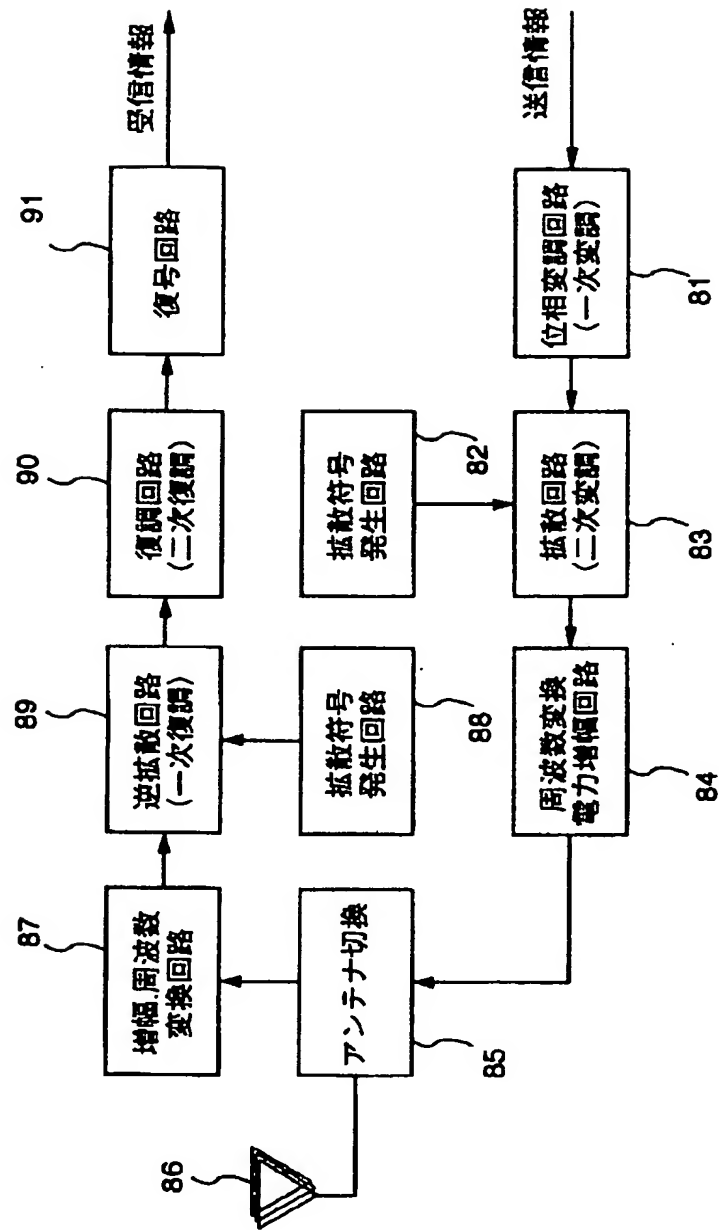
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

